

TS HỒ VĂN SUNG

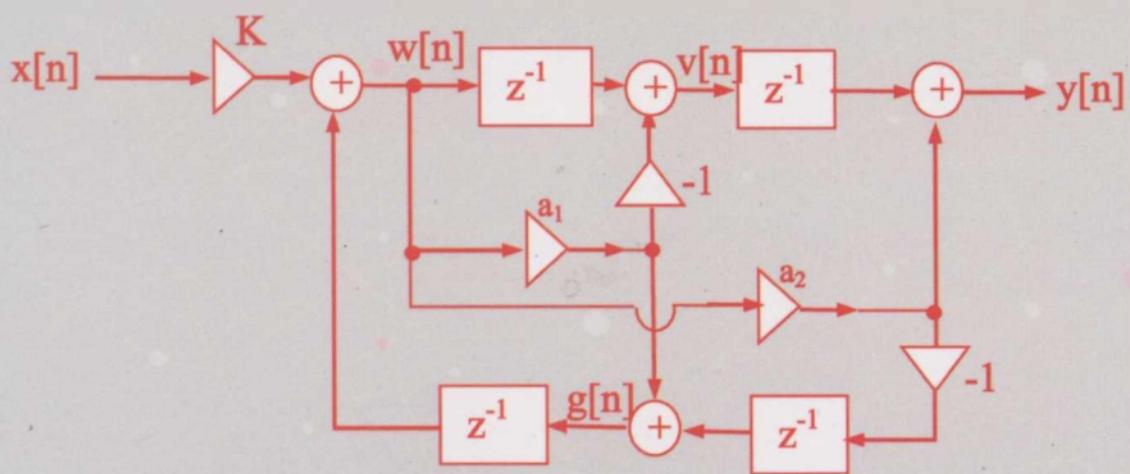
# BÀI TẬP

# XỬ LÝ SỐ TÍN HIỆU

## PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP VỚI MATLAB

559

BÀI TẬP GIẢI SẴN  
TẬP I



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



TS HỒ VĂN SUNG

BÀI TẬP  
**XỬ LÝ SỐ TÍN HIỆU**

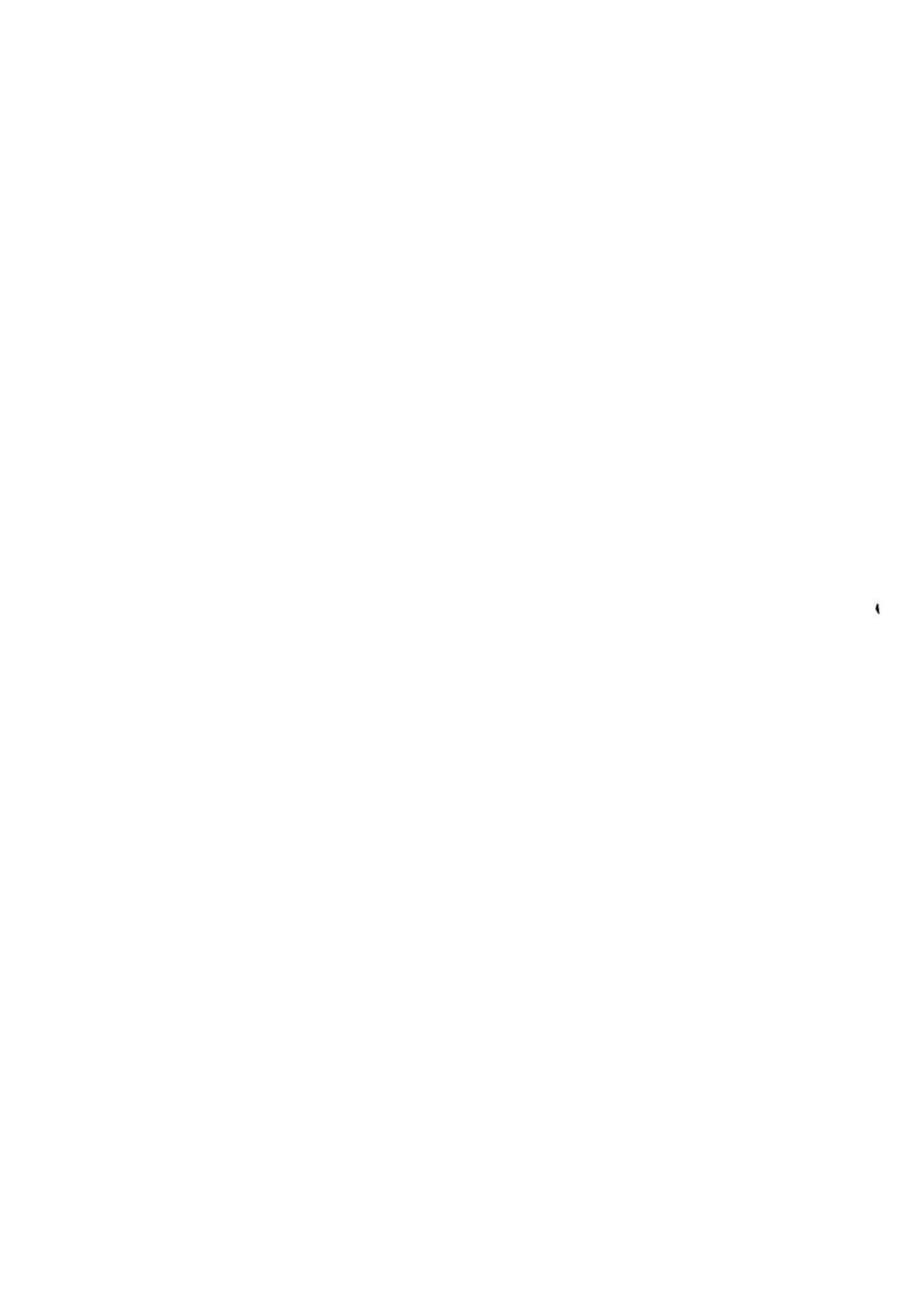
PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THỐNG  
KẾT HỢP VỚI MATLAB

**559** BÀI TẬP GIẢI SẴN  
*In lần thứ nhất*

TẬP I



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI



# LỜI GIỚI THIỆU

**D**ể rèn luyện đặc tính nghiên cứu và phát huy khả năng sáng tạo, biết vận dụng kiến thức vào giải quyết các vấn đề thực tế; đồng thời đáp ứng nhu cầu học tập ngày càng cao về công nghệ số của sinh viên và học viên cao học của các trường đại học và cao đẳng, lần xuất bản này, chúng tôi cho ra mắt hai tập sách “*Bài tập xử lý số tín hiệu, Phương pháp truyền thống kết hợp với MATLAB*”. 559 bài tập chia trong hai tập sách này, được phân thành 9 chương, gắn liền với nội dung của hai tập lý thuyết: “*Xử lý số tín hiệu, phương pháp truyền thống kết hợp với phần mềm MATLAB*”, tái bản lần thứ tư, năm 2009, tại Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam; Trong đó, tập I có 264 bài phân bố trong 4 chương; tập II có 295 bài chia thành 5 chương.

Tất cả 559 bài tập này đều để cập đến những vấn đề cơ bản, những ứng dụng tiêu biểu và cập nhật những kiến thức mới nhất, đa dạng về tín hiệu và các hệ thống xử lý số hiện đại. Tất cả các định luật, định lý và những kiến thức thu nhận được trong hai tập lý thuyết, được vận dụng một cách triệt để và linh hoạt để giải tất cả các bài toán có trong hai tập sách.

Mỗi bài tập, bài toán lại có ít nhất vài ba câu hỏi, để cập tới các tính chất khác nhau của tín hiệu thời gian rời rạc và của các hệ thống xử lý số hiện đại. Bởi vì, chúng tôi muốn tăng cường hiểu biết về phương diện vật lý, kỹ thuật và công nghệ của tín hiệu và hệ thống hơn là những tính toán toán học röm rà và phức tạp. Chính vì thế, giải quyết được các bài toán này sẽ giúp bạn đọc tiếp thu được nhiều kiến thức và nắm bắt những công cụ hữu ích, cả phần cứng lẫn phần mềm để tự mình có thể thiết kế và thực thi các chip xử lý số hiện đại nhất.

Tất cả các chương của cả hai tập sách này đều có bố cục giống nhau: Bắt đầu là “Tóm tắt lý thuyết”, tiếp đến là “Đề bài bài tập” và cuối cùng là “Trả lời và hướng dẫn giải”. Tất cả các bài tập đều được giải chi tiết vừa bằng phương pháp giải tích truyền thống, vừa được tính toán và m “phỏng

trên phần mềm MATLAB. Chắc hẳn đây là kết quả và “lời giải” của các bài tập đều được thể hiện dưới dạng các công thức toán học chuẩn xác và độ chính xác rất cao. Chúng tôi để “lời giải” của các bài tập ở gần sau mỗi chương để độc giả tiện so sánh kết quả của mình với lời giải của sách mà không phải tốn nhiều thời gian tìm kiếm.

Các hàm MATLAB và các chương trình m”phông và tinh toán cho các bài tập của các chương đều được để ở cuối sách để bạn đọc tiện theo dõi, so sánh và đối chiếu.

Trong số các loại sách, thì sách *bài tập* bao giờ cũng là sách khó nhất, nhưng cũng hấp dẫn nhất. Đó không chỉ là nơi để thể hiện và phát huy vốn kiến thức đã tích lũy được từ lý thuyết mà còn học lỏp khả năng vận dụng sáng tạo và sự hiểu biết sâu rộng nhiều ngành khoa học khác như Toán, Vật lý và Tin học. Bởi vì, không có các kiến thức và sự hiểu biết đó, sẽ không có được lời giải đúng đắn.

Bộ sách này là kết quả của nhiều năm giảng dạy, nghiên cứu, sưu tầm và soạn thảo với nhiều nguồn tài liệu khác nhau. Đọc và giải các bài tập này, các bạn mới thấy một lượng lớn công việc đã được giải quyết cung kính, với những kết quả hết sức hấp dẫn và đẹp mắt, nhờ sự trợ giúp của máy tính, đặc biệt là phần mềm MATLAB. Tuy nhiên, trong quá trình soạn thảo, có thể còn có những khuyết khuyết. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn và mong quý độc giả góp ý, nhận xét để cuốn sách được hoàn thiện hơn.

## Tác giả

# CHƯƠNG 1.

## TÍN HIỆU VÀ CÁC PHÉP TOÁN TRÊN TÍN HIỆU

### 1.1. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

#### 1) LẤY MẪU TÍN HIỆU

$$x[nT] = x_a(t)|_{t=nT} = x_a[nT], \text{ với } n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

ở đây, biến số thời gian  $t$  của tín hiệu thời gian liên tục  $x_a(t)$  liên hệ với biến số thời gian  $n$  của tín hiệu rời rạc  $x[nT]$  bằng hệ thức:

$$t = nT = \frac{n}{F} = \frac{2\pi n}{\Omega}$$

với  $F=1/T$  gọi là *tần số lấy mẫu* còn  $\Omega = 2\pi F$  là tần số góc lấy mẫu.

\* Tín hiệu thời gian rời rạc  $x[nT]$  được biểu diễn như một dãy số hay còn gọi là *một dãy mẫu*, được ký hiệu là  $\{x[n]\}$ ; trong đó  $T = 1$  giây và  $n$  là những số nguyên chạy từ  $-\infty$  đến  $+\infty$ . Giá trị của dãy mẫu tại thời điểm  $n$  là  $x[n]$ .

- Tín hiệu thời gian rời rạc có thể là một dãy mẫu có chiều dài hữu hạn hoặc hữu hạn. Dãy có chiều dài hữu hạn là dãy có giá trị khác không trong một khoảng thời gian hữu hạn từ thời điểm  $N_1$  đến  $N_2$ :  $-N_1 \leq n \leq N_2$ , với  $N_2 \geq N_1$ . Dãy này có chiều dài  $N = N_2 - N_1 + 1$  mẫu.

- Dãy thỏa mãn điều kiện:  $\tilde{x}[n] = \tilde{x}[n + kN]$

được gọi là *dãy tuần hoàn* với chu kỳ cơ bản  $N$  là một số nguyên dương và  $k$  là một số nguyên bất kỳ.

- *Năng lượng* của dãy  $x[n]$  được xác định bằng công thức:

$$\epsilon = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2$$

Năng lượng của dãy trong một khoảng xác định từ  $-K \leq n \leq K$  được xác định bằng biểu thức:

$$\epsilon_N = \sum_{n=-K}^K |x[n]|^2$$

- *Công suất trung bình* của một dãy không tuần hoàn  $x[n]$  (được xác định bằng công thức:

$$\overline{P_x} = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K+1} \epsilon_K$$

*Công suất trung bình của dãy tuần hoàn  $\tilde{x}[n]$  với chu kỳ N* được cho bởi:

#### \* Định lý Parseval

Định lý Parseval liên hệ *năng lượng tổng công* chứa trong một tín hiệu với mật độ phổ *năng lượng tổng công* được tính từ biến đổi Fourier của tín hiệu đó:

### □ CÁC TÍN HIỆU THỜI GIAN RỜI RẠC CƠ SỞ

- *Dãy xung đơn vị* được ký hiệu bằng  $\delta[n]$  và được xác định từ biểu thức:

$$\delta[n] = \begin{cases} 1, & \text{khi } n = 0 \\ 0, & \text{khi } n \neq 0 \end{cases}$$

- *Dãy nhảy bậc đơn vị* ký hiệu  $u[n]$  được xác định từ biểu thức:

$$u[n] = \begin{cases} 1, & \text{khi } n \geq 0 \\ 0, & \text{khi } n < 0 \end{cases}$$

- *Dãy sine phức* được biểu thị bằng hệ thức:

$$x[n] = |A| |\alpha|^n e^{j\omega_n n + \Phi}$$

- *Dãy sine thực* có biên độ là hằng số được biểu thị bằng:

$$x[n] = A \cos(\omega_n n + \Phi)$$

Triong đó A,  $\omega_n$  và  $\Phi$  là những số thực được gọi là *biên độ*, *tần số góc* và *pha ban đầu* của dãy hàm số sine  $x[n]$ .  $f_n = \omega_n / 2\pi$  là *tần số*.

\*Dãy sin phức và sin thực là những dãy tuần hoàn với chu kỳ N nếu:

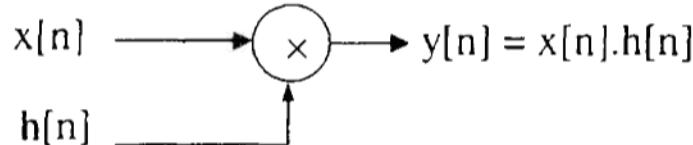
$$\omega_n N = 2\pi r$$

trong đó N là chu kỳ cơ bản; còn r là một số nguyên bất kỳ.

## □ CÁC PHÉP TOÁN TRÊN TÍN HIỆU

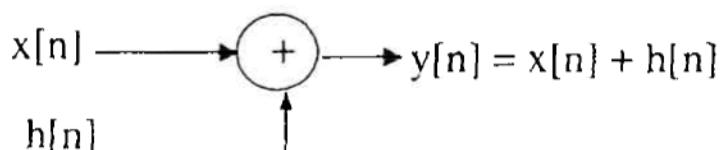
- *Tích* hai dãy dữ liệu  $x[n]$  và  $h[n]$  có cùng chiều dài  $N$  sẽ thu được dãy dữ liệu  $y[n]$  có cùng chiều dài  $N$  và được thực hiện bằng hệ thức:

$$y[n] = x[n] \cdot h[n]$$



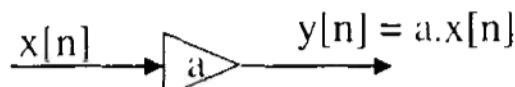
- *Cộng* hai dãy dữ liệu  $x[n]$  với  $h[n]$  có cùng chiều dài  $N$  sẽ thu được dãy dữ liệu  $y[n]$  có cùng chiều dài  $N$  và được thực hiện bằng hệ thức:

$$y[n] = x[n] + h[n]$$



- *Nhân dãy  $x[n]$  với hằng số  $a$*  được thực hiện bằng hệ thức:

$$y[n] = a \cdot x[n]$$



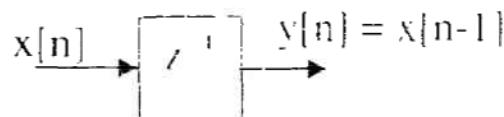
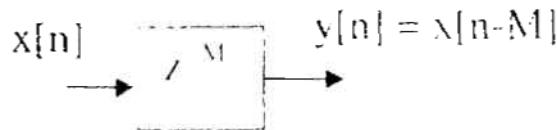
- *Ngược thời gian* hay còn gọi là đổi chiều tín hiệu, hoặc phép chuyển vị của một dãy có chiều dài v" hạn được thực hiện bằng hệ thức:

$$y[n] = x[-n]$$

- *Làm trễ dãy  $x[n]$*  có chiều dài v" hạn một lượng  $M$  sẽ thu được dãy  $y[n]$  có chiều dài v" hạn và được thực hiện nhờ biểu thức:

$$y[n] = x[n-M]$$

trong đó  $M$  là một số nguyên dương. Đây cũng chính là phép dịch dãy  $x[n]$  về phía phải trực thời gian  $M$  mẫu và được ký hiệu là  $z^{-M}$ . Trường hợp  $M = 1$  thì được gọi là trễ đơn vị và ký hiệu  $z^{-1}$ .



## □ KHAI TRIỂN CHẦN VÀ LẺ

$$x[n] = x_e[n] + x_o[n]$$

Trong đó phần chẵn và phần lẻ được cho bởi:

$$x_e[n] = \frac{1}{2}(x[n] + x[-n]) \quad \text{và} \quad x_o[n] = \frac{1}{2}(x[n] - x[-n])$$

Nếu dãy  $x[n]$  là dãy phức, thì:

$$x_e[n] = \frac{1}{2}(x[n] + x^*[ -n]) \quad \text{và} \quad x_o[n] = \frac{1}{2}(x[n] - x^*[ -n])$$

## □ NHÂN CHẬP GIỮA HAI TÍN HIỆU

$$y[n] = h[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]x[n-k]$$

## □ THAY ĐỔI TỐC ĐỘ LẤY MẪU

### \* Giảm tốc độ lấy mẫu

Gọi  $F_1$  là tốc độ của dãy dữ liệu lối vào và  $F_2$  là tốc độ của dãy mẫu ở lối ra, thì trên lĩnh vực thời gian, quan hệ giữa dãy mẫu lối vào và lối ra là

$$y[nT_2] = x[nMT_1]$$

ở đây

$$T_2 = MT_1$$

$$\text{Do vậy: } F_2 = \frac{F_1}{M}$$



Bộ giảm tốc độ mẫu hệ số  $M$ .

### \* Tăng tốc độ lấy mẫu

Gọi  $F_1$  là tốc độ của dãy dữ liệu lối vào và  $F_2$  là tốc độ của dãy mẫu ở lối ra, thì trên lĩnh vực thời gian, quan hệ giữa dãy mẫu lối vào và lối ra là: